

TEMPERATURA DE FABRICACIÓN DEL HORMIGÓN EN TIEMPO FRÍO

Procedimientos de construcción. Prof. Víctor Yepes

PROBLEMA. Se quiere hormigonar unos elementos a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ cuya dimensión mínima es de 750 mm. El transporte del hormigón al tajo se realiza en camiones hormigonera que tardan 24 minutos en llegar. La dosificación del hormigón es de 350 kg de cemento, 900 kg de árido grueso (incluido el 2% de humedad), 900 kg de arena (incluido el 5% de humedad) y 175 l de agua añadida como tal. El cemento está a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, y los áridos, en acopios protegidos, están a $2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se estima que la pérdida de temperatura en un camión hormigonera es la cuarta parte de la diferencia entre la temperatura del hormigón prevista en el momento de hormigonar y la temperatura ambiente. Se pide calcular la temperatura de fabricación del hormigón, la temperatura a la que tendría que llegar el hormigón al tajo y la temperatura a la que hay que calentar el agua. Para el cálculo se pueden utilizar los siguientes valores: calor específico de los áridos y del cemento: $0,22\text{ kcal/kg }^{\circ}\text{C}$ y calor específico del agua, $1\text{ kcal/kg }^{\circ}\text{C}$.

Solución:

Según la tabla siguiente, para una temperatura de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y elementos de dimensión mínima de 750 mm, les corresponde una temperatura de fabricación entre $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $24\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Temperatura mínima recomendable del hormigón a la salida de la amasadora, según UNE 83151-1 IN

Temperatura del aire	Dimensión mínima de la sección en mm			
	< 300	300 – 900	900 – 1800	> 1800
> $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$	$16\text{ }^{\circ}\text{C}$	$13\text{ }^{\circ}\text{C}$	$10\text{ }^{\circ}\text{C}$	$7\text{ }^{\circ}\text{C}$
$-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$	$18\text{ }^{\circ}\text{C}$	$16\text{ }^{\circ}\text{C}$	$13\text{ }^{\circ}\text{C}$	$10\text{ }^{\circ}\text{C}$
< $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$	$21\text{ }^{\circ}\text{C}$	$18\text{ }^{\circ}\text{C}$	$16\text{ }^{\circ}\text{C}$	$13\text{ }^{\circ}\text{C}$

Nota: Esta temperatura no se debe superar en más de $8\text{ }^{\circ}\text{C}$

Además, según la siguiente tabla, la temperatura recomendada del hormigón durante su colocación para la dimensión mínima de los elementos está entre $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Temperatura recomendable del hormigón durante su colocación, según UNE 83151-1 IN

Dimensión mínima de la sección en mm			
< 300	300 – 900	900 – 1800	> 1800
$13\text{ }^{\circ}\text{C}$	$10\text{ }^{\circ}\text{C}$	$7\text{ }^{\circ}\text{C}$	$5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Nota: Esta temperatura no se debe superar en más de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$

Si se quiere hormigonar a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, las pérdidas en el transporte son las siguientes:

$$\Delta t = 0,25 \cdot [15 - (-5)]\text{ }^{\circ}\text{C/h} = 5\text{ }^{\circ}\text{C/h}$$

Como se tardan 24 minutos, se pierden $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ en el transporte.

Por tanto, se debe fabricar el hormigón a $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ para poder colocarlo a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Para fabricar el hormigón a esta temperatura se debe hacer el balance térmico de la mezcla. Con la dosificación indicada, el agua contenida en el árido grueso utilizado para fabricar 1 m³ pesa 18 kg y la contenida en la arena pesa 45 kg.

El calor tomado por el cemento para llegar a los 17 °C será el siguiente:

$$350 \text{ kg} \cdot 0,22 \text{ (kcal/kg}^0\text{C)} \cdot (17 - 15)^0\text{C} = 154 \text{ kcal}$$

El calor tomado por los áridos para llegar a los 17 °C:

$$(882 + 855)\text{kg} \cdot 0,22 \text{ (kcal/kg}^0\text{C)} \cdot (17 - 2)^0\text{C} = 5.732,1 \text{ kcal}$$

El calor tomado por el agua de los áridos para llegar a los 17 °C será el siguiente:

$$(18 + 45)\text{kg} \cdot 1 \text{ (kcal/kg}^0\text{C)} \cdot (17 - 2)^0\text{C} = 945 \text{ kcal}$$

El calor cedido por el agua calentada a t °C, que queda a 17 °C:

$$175 \text{ kg} \cdot 1 \text{ (kcal/kg}^0\text{C)} \cdot (t - 17)^0\text{C} = 175 \cdot (t - 17) \text{ kcal}$$

Si igualamos los calores cedidos y tomados, se obtiene que la temperatura a la que hay que calentar el agua es:

$$154 + 5.732,1 + 945 = 175 \cdot (t - 17) \rightarrow t = 56 \text{ }^0\text{C}$$

Referencias:

AENOR (2005). *UNE 83151-1 IN Hormigonado en condiciones climáticas especiales. Parte 1: Hormigonado en tiempo frío*. Madrid, 26 pp.

MARTÍ, J.V.; YEPES, V.; GONZÁLEZ, F. (2014). *Fabricación, transporte y colocación del hormigón*. Apuntes de la Universitat Politècnica de València. 189 pp.



Esta obra está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).